

та Иргифос-168 идет в первую очередь. Иргифос-168, предотвращая окисление ДЦПД присоединяет кислород и переходит из фосфитной в фосфатную форму. В дальнейшем начинается расход и первичного антиоксиданта. Также выявлено, что при термоокислении ДЦПД стабилизирующая система Агидол-1 с Иргифос-168 проявляет наиболее выраженный синергетический эффект и позволяет не только предотвратить, но и уменьшить содержание основного оксигената – 9-оксатетрацикло[5.3.1.0(2,6).0(8,10)]ундецена-3.

Результаты эксперимента РОМР полимеризации показали, что при содержании оксигенатов 2,52 % мас. и выше полимеризация не проходит (табл. 1). Согласно данным ДСК с увеличением содержания окислов в мономере пик, отвечающей дополнительной сшивке полимера возрастает, что свидетельствует о неполной конверсии мономера. Вероятно, такая закономерность связана с дезактивацией катализатора кислородсодержащими соединениями. Показатель  $\eta_{\text{sp}}/c$  возрастает с увеличением концентрации оксигенатов, что может быть использовано для экспрессного контроля за качеством ДЦПД в технологии получения полимерных материалов на его основе.

### Список литературы

1. Rule J.D., Moore J.S. // *Macromolecules*, 2002.– Vol.35.– P.7878–7882.
2. Patent US4822839. Martin J. Paisner, 1989.
3. Кораблев А.И., Скрипачев А.В., Ефимов В.А. // *Известия вузов. Химия и химическая технология*, 2003.– Т.46.– Вып.9.– С.75–77.

### Получение лактида в инертной атмосфере

А.Л. Зиновьев, А.В. Яркова, А.А. Шкарин  
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

*Томский политехнический университет*  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, AlexZin1243@gmail.com

В настоящее время активно ведутся исследования в области технологии лактида – циклического эфира молочной кислоты, являющимся сырьем для синтеза полилактида – биоразлагаемого полимера, используемого для производства экологической тары и упаковки, а также для получения имплантатов, резорбируемых организмом человека и не требующих последующего их удаления [1].

Синтез лактида обычно включает следующие стадии: концентрирование молочной кислоты (МК); процесс олигомеризации МК; синтез

лактида-сырца; очистка лактида-сырца.

Причем синтез олигомера МК и лактида проводится при высокой температуре, близкой к температуре разложения не стабильного лактида. Поэтому для того чтобы увеличить выход и чистоту циклических эфиров оксикарбоновых кислот их синтез обычно проводят в атмосфере инертного газа [2, 3]. Газообразным веществом для получения циклического эфира может быть любое вещество, которое является газообразным и стабильным при рабочих температурах и давлениях, и является инертным по отношению к исходному веществу и продуктам реакции. Это могут быть азот, аргон, монооксид углерода или диоксид или низкомолекулярные вещества (ацетон, толуол, кумол, ксилол и парафины  $C_1-C_{10}$ ) [4, 5].

Азот чаще всего используют в качестве газообразного вещества из-за его инертности, цены и доступности [3].

Поэтому представляло интерес оценить влияние инертной атмосферы на выход и чистоту лактида.

В работе использовалась 80%-ая L-молочная кислота (МК) производства PURAC.

Концентрирование и получение олигомера молочной кислоты (30 мл) проводилось на роторно-вакуумном испарителе Heidolph Hei-VAP при температуре 150 °C, скорости вращения колбы 60 об/мин и разрежении 30–50 мбар без инертной среды и в инертной среде азота. Через 1,5 часа в реакционную массу добавлялся катализатор (ZnO) в количестве 1,5 % от массы олигомера. Общее время процесса составило 240 минут.

Синтез лактида-сырца из олигомера МК осуществляли на лабораторной установке для вакуумной перегонки при разрежении 5–10 мбар с подачей инертной среды в зону реакции. Процесс деполимеризации длится 1–2,5 часа [6]. Полученный лактид-сырец далее был очищен методом перекристаллизации из этилацетата.

Азот получали с помощью генератора азота ГА-200, который обеспечивает объемную долю азота не менее 99,6 % об, а примеси содержат кислород (до 0,4 %), аргон, неон, гелий.

Полученные данные свидетельствуют, что использование в качестве инертной атмосферы азота приводит к ощутимому увеличению выхода лактида-сырца. Чистоту лактида сырца оценивали по температуре плавления. Например, атмосфера азота позволяет получить лактид-сырец с выходом (72–74 %) и температурой плавления ( $t_{пл.} = 86^\circ\text{C}$ ). А вот при синтезе лактида в воздушной среде выход лактида-сырца снижается

до 62–65 %.

Причем получение олигомера МК в среде воздуха, а затем проведение следующих реакций в инертной атмосфере азота также даёт большой выход лактида.

### Список литературы

1. Полимеры в биологии и медицине. Под ред. М. Дженкинса / Пер. О.И. Киселёва. – М.: Научный мир, 2011. – 256 с.
2. Пат. 5091544 A US Process for rapid conversion of oligomers to cyclic esters / Kamlesh K. Bhatia. Заявлено 21.09.1990; Оpubл. 25.02.1992.
3. Пат. EP 0531458 B1. Process for the rapid production of cyclic esters / Kamlesh Kumar Bhatia. Заявлено 30.04.1991; Оpubл. 13.08.1997
4. Пат. US 5023349 A. Continuous process for rapid conversion of oligomers to cyclic esters / Kamlesh K. Bhatia. Заявлено 8.05.1990; Оpubл. 11.06.1991.
5. Пат. РФ 2301230. Способ получения лактида / Швец В.Ф., Козловский Р.А., Счастливая С.В., Варламова Е.С., Макаров М.Г., Староверов Д.В., Сучков Ю.П. Заявлено 10.09.2006; Оpubл. 20.06.2007.
6. Яркова А.В., Шкарин А.А., Похарукова Ю.Е., Новиков В.Т. Выбор условий для получения олигомеров молочной кислоты // Вестн. Том. гос. ун-та, 2014. – №385. – С.224–226.

---

### Очистка лактида-сырца методом перекристаллизации

Т.Н. Иженбина, В.Н. Глотова, В.И. Бакулева, М.К. Заманова  
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

*Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, tpu@tpu.ru*

Биоразлагаемые полимеры, которые разлагаются под действием природных микроорганизмов, таких как бактерии, грибы (грибки) и водоросли [1] широко используются в производстве упаковки (пищевые пленки, пакеты, мешков для сбора и компостирования пищевых отходов, сельскохозяйственных пленок), в производстве тары (бутылки, канистры, контейнеры, одноразовая посуда), а также в медицине (шовные материалы, шины, матриксы, имплантаты, изготовление носителей для пролонгированных лекарственных препаратов и т.д.) [2, 3]. Одним из самых известных биоразлагаемых полимеров, на сегодняшний день является полилактид– продукт полимеризации молочной кислоты (МК) или лактида.

Основным преимуществом полилактида являются: совместимость с организмом человека, простота переработки (возможность обработки, как и обычных полимеров на стандартном оборудовании), низкий ба-